

FR2819394

Publication Title:

Bone elongation rod has two sections with intermediate energy storage component in form of elastic compression, traction or torsion member

Abstract:

The rod consists of first (I) and second (II) sections that can move relative to one another in a given direction (1), and incorporates a component (2) that can store a given amount of energy when the first section is moved relative to the first and transmit the stored energy from one section to the other subsequently. The energy storage component is in the form of an elastic compression, traction or torsion member, e.g. a compression spring (6) connected by one end to the first section and by its other end via a lever (10) and to the second section by a rack and pawl mechanism (14 - 17).

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.01.01.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.07.02 Bulletin 02/29.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : SOUBEIRAN ARNAUD ANDRE —
FR.

72 Inventeur(s) : SOUBEIRAN ARNAUD ANDRE.

73 Titulaire(s) :

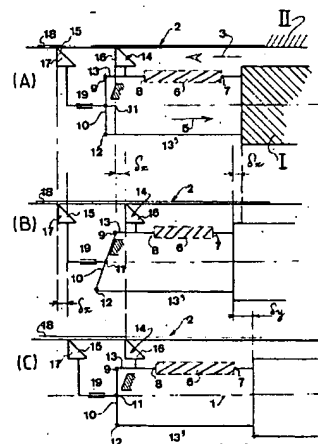
74 Mandataire(s) : ABRITT.

54 TIGE D'ALLONGEMENT.

57 La présente invention concerne les tiges d'allonge-
ment.

La tige d'allongement selon l'invention se caractérise
essentiellement par le fait qu'elle comporte une première
pièce I et une seconde pièce II agencées pour se déplacer
l'une par rapport à l'autre sur une direction donnée 1, et des
moyens 2 pour emmagasiner une quantité d'énergie don-
née lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx
par rapport à la seconde pièce entre une première et une
seconde positions, dans le sens 3 opposé au sens 5 de l'al-
longement, et pour transformer la quantité d'énergie emma-
gasinée, en un déplacement de la première pièce I par
rapport à la seconde pièce II entre sa première position et
une troisième position, dans le sens 5 de l'allongement et
d'une quantité δy supérieure à δx .

Application, notamment, aux prothèses implantables
dans un organisme humain.



TIGE D'ALLONGEMENT

La présente invention concerne les tiges d'allongement qui trouvent une application particulièrement avantageuse comme tiges d'allongement ou
5 prothèses implantables dans un organisme notamment humain, par exemple dans le canal médullaire d'un os long d'un membre ou à la surface d'un os quelconque, d'une mâchoire, du crâne, etc. pour réaliser l'allongement progressif de cet os préalablement ostéotomié et, simultanément, des tissus mous qui l'entourent.

10 De telles tiges d'allongement peuvent aussi être implantées le long de la colonne vertébrale, chez des patients de tous âges pour corriger progressivement une déformation, et chez l'enfant pour, en outre, maintenir, durant la croissance, une position corrigée des vertèbres.

Elles peuvent aussi être intégrées dans une prothèse quelconque pour lui
15 conférer la capacité de s'allonger pour reproduire la croissance d'un os qu'elle remplace et entraîner simultanément celle des tissus mous qui l'entourent, ce qui est particulièrement intéressant pour remplacer un os ou une partie d'os incluant un cartilage de croissance chez un enfant.

Plusieurs tiges d'allongement mécaniques implantables dans un organisme
20 notamment humain existent déjà, et particulièrement celles décrites dans les documents US-A-5 074 882, US-A-5 505 733 ou US-A-5 326 360.

Elles comportent par exemple une première et une seconde parties, la seconde partie étant apte à coulisser suivant une direction donnée par rapport à la première partie, des premiers moyens de liaison à l'organisme solidaires de la
25 première partie, des seconds moyens de liaison à l'organisme solidaires de la seconde partie et un moyen pour transformer une rotation d'une troisième partie par rapport à la première en une translation de ladite seconde partie par rapport à la première dans le sens souhaité de l'allongement de la tige mécanique pour obtenir le déplacement voulu des portions de l'organisme qui sont liées aux deux
30 parties de la tige. La troisième partie est souvent confondue avec la seconde partie comme dans les systèmes décrits dans les documents US-A-5 074 882 et US-A-5 505 733, ou distincte mais également liée à l'organisme comme dans US-A-5 326 360 de façon qu'il soit possible d'activer la tige, c'est-à-dire de forcer les

rotations, à partir d'efforts appliqués sur l'extérieur de l'organisme et transmis par l'intermédiaire des parties de l'organisme auxquelles la tige est liée.

Ces tiges d'allongement mécaniques implantables existantes présentent toutefois plusieurs inconvénients, parmi lesquels:

- 5 - le caractère non physiologique des contraintes appliquées sur l'organisme pour les activer : par exemple, dans le cas d'une tige placée au centre d'un os pour l'allonger, le cisaillement de l'os en formation qui entoure la tige ou encore les efforts qui s'appliquent sur les articulations à travers lesquelles doit s'effectuer la transmission des efforts appliqués à l'extérieur de l'organisme vers la tige et les
- 10 douleurs fréquemment engendrées,
- une relative sophistication et une relative fragilité de leurs mécanismes, et leur corollaire, à savoir la difficulté de les miniaturiser,
- la possibilité d'allongements non souhaités si une liberté de mouvement normale est laissée au patient, particulièrement par exemple lorsque la tige est
- 15 placée dans le fémur, ce qui limite ou interdit l'usage de ces tiges pour des applications dans lesquelles on préférerait que l'allongement se produise sur une longue période et de façon bien contrôlée, comme c'est le cas pour les prothèses pédiatriques,
- l'impossibilité d'utiliser ces tiges dans les applications et localisations où
- 20 la rotation nécessaire à leur activation ne peut être réalisée, par exemple pour allonger un os de la mâchoire ou du crâne.

La présente invention a donc pour but de réaliser une tige d'allongement qui pallie en grande partie les inconvénients, mentionnés ci-dessus, des tiges d'allongement connues de l'art antérieur.

- 25 Plus précisément, la présente invention a pour objet une tige d'allongement comportant une première pièce et une seconde pièce, les deux dites première et seconde pièces étant agencées pour se déplacer l'une par rapport à l'autre sur une direction donnée, caractérisée par le fait qu'elle comporte en outre des moyens pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première
- 30 pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens opposé au sens de l'allongement, et transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce par rapport à la seconde pièce entre sa

seconde position et une troisième position, dans le sens de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx .

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante donnée en regard des dessins annexés à titre illustratif
5 mais nullement limitatif, dans lesquels :

Les figures 1 à 5 représentent le schéma de principe de cinq modes de réalisation d'une tige d'allongement selon l'invention, et

La figure 6 représente, vu en coupe schématique, un exemple de réalisation de moyens pour bloquer ou débloquer la possibilité d'allongement de
10 la tige d'allongement selon l'invention, pouvant s'appliquer aux réalisations selon les figures 1 à 5.

Bien que les figures 1 à 6 représentent plusieurs modes de réalisation de la tige d'allongement selon l'invention, dans le but de faciliter la compréhension de la présente description, les mêmes références y désignent les mêmes
15 éléments, quelle que soit la figure sur laquelle elles apparaissent et quelle que soit la forme de représentation de ces éléments. De même, si des éléments ne sont pas spécifiquement référencés sur l'une des figures, leur référence peut être aisément retrouvée en se reportant à une autre figure.

Le Demandeur tient à préciser que les figures 1 à 6 représentent différents
20 modes de réalisation de l'objet selon l'invention, mais qu'il peut exister d'autres modes de réalisation qui répondent à la définition de cette invention.

Il précise en outre que, lorsque, selon la définition de l'invention, l'objet de l'invention comporte "au moins un" élément ayant une fonction donnée, le mode de réalisation décrit peut comporter plusieurs de ces éléments.

Il précise aussi que, si le mode de réalisation de l'objet selon l'invention tel
25 qu'illustré comporte plusieurs éléments de fonction identique et que si, dans la description, il n'est pas spécifié que l'objet selon cette invention doit obligatoirement comporter un nombre particulier de ces éléments, l'objet de l'invention pourra être défini comme comportant "au moins un" de ces éléments.

Il est également précisé que, dans la présente description, par "système cliquet-crémaillère", on doit comprendre un système constitué de deux éléments respectivement dénommés "cliquet" et "crémaillère" aptes à se déplacer l'un par rapport à l'autre sous l'action de deux forces opposées qui leur sont respectivement appliquées, uniquement dans un sens, et ce, quels que soient les
30

moyens de coopération entre ces deux éléments pour obtenir le résultat défini ci-dessus.

Les moyens de coopération entre le cliquet et la crémaillère peuvent être de tous types par exemple mécaniques, électriques, électromagnétiques, etc.

5 Cependant, dans le but de simplifier la présente description et de faciliter sa compréhension, il ne sera fait référence qu'à un système cliquet-crémaillère connu en lui-même, essentiellement constitué d'une crémaillère constituée d'une succession de dents asymétriques et d'au moins un cliquet comportant au moins une dent apte à coopérer avec la crémaillère sur laquelle il est maintenu appliqué
10 sous l'effet d'un élément élastique tel qu'un ressort de manière qu'il puisse se déplacer dans un sens par rapport à la crémaillère en glissant sur le pan incliné d'une dent jusqu'à son sommet avant de retomber dans la suivante, mais pas dans le sens contraire, la géométrie des dents formant butée.

15 Les figures ne représentent que le schéma de principe de modes de réalisation de la tige d'allongement selon l'invention, mais il est bien évident que, connaissant cette représentation schématique, l'homme du métier saura sans difficulté réaliser des tiges d'allongement adaptées à chaque application standard ou sur mesure intégrables directement dans l'organisme ou au sein d'un dispositif destiné à être placé dans un organisme en particulier.

20 Comme représenté sur les figures, la tige d'allongement comporte une première pièce I et une seconde pièce II agencées pour se déplacer l'une par rapport à l'autre suivant une direction donnée 1, par exemple des pièces de révolution aptes à coulisser l'une dans l'autre.

25 Dans l'application à une prothèse implantable dans un organisme, notamment humain, pour déplacer deux portions de cet organisme l'une par rapport à l'autre, la tige d'allongement comprend des moyens pour lier les première et seconde pièces I et II respectivement aux deux dites portions d'organisme. Ces moyens sont bien connus en eux-mêmes et, comme ils n'entrent pas dans le champ de protection de la présente invention, ils ne seront
30 pas plus amplement définis ici.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, la tige d'allongement comporte en outre des moyens 2 pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce I se déplace d'une quantité δx par rapport à la

seconde pièce II entre une première et une seconde positions, dans le sens opposé au sens de l'allongement, flèche 3, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens de l'allongement, flèche 5, et d'une quantité δy supérieure à δx .

Dans des réalisations possibles, les moyens pour emmagasiner la quantité d'énergie donnée et la transformer en un déplacement de la première pièce comme défini ci-dessus comportent des moyens élastiques

Il est de plus précisé que ces moyens élastiques peuvent être constitués par au moins l'un des éléments suivants : ressort de compression, ressort de traction, barre ou ressort de torsion, ou même si nécessaire par une combinaison des ces éléments. Lesquels ressorts peuvent être notamment métalliques, polymères ou à gaz.

Dans une réalisation avantageuse de la tige d'allongement, les moyens 2 pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce I se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce II entre une première et une seconde positions, dans le sens 3 opposé au sens 5 de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens 5 de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent deux premier et deuxième systèmes "cliquet-crémaillère" 14, 15 et un levier 10 tels qu'une des extrémités 9 du levier 10 soit en contact avec une des parties du premier système "cliquet-crémaillère" 14 et qu'un axe pivot 11 appartenant au levier 10 s'appuie sur une des parties du second système "cliquet-crémaillère" 15.

La figure 1 représente un premier mode de réalisation de la tige d'allongement selon l'invention répondant à la définition ci-dessus, dans lequel les moyens pour emmagasiner la quantité d'énergie donnée et la transformer en un déplacement de la première pièce comme défini ci-dessus comportent des moyens élastiques compressibles constitués d'un ressort de compression 6.

Dans ce cas, le ressort de compression 6 est relié par une de ses extrémités 7 à la première pièce I et par son autre extrémité 8, par exemple par

l'intermédiaire d'une patte rigide 13, à une première extrémité 9 d'un levier 10 par exemple au moyen d'un pivot ou analogue.

L'autre extrémité 12 du levier 10 opposée à sa première extrémité 9 est reliée à la première pièce I, par exemple par un pivot d'axe parallèle à l'axe du pivot associé à l'extrémité 9 ou analogue, au moyen d'une patte 13' de longueur constante et déterminée, de façon que cette extrémité 12 soit toujours située à la même distance de la première pièce I, quelle que soit la position de celle-ci.

Pour obtenir un fonctionnement correct de la tige comme explicité ci-après, le levier 10 est de préférence à longueur variable, comme par exemple un levier à coulisseau ou un levier télescopique, préférentiellement à une possibilité de déformation des pattes de liaison comme les pattes rigides 13 et 13'.

Selon ce premier mode de réalisation, figure 1, la tige d'allongement comporte en outre deux systèmes "cliquet-crémaillère" 14 et 15 dont les cliquets 16, 17 sont respectivement solidaires de façon directe ou indirecte de l'extrémité 8 du ressort de compression 6 et du levier 10 au moyen d'un pivot ou analogue d'axe 11 parallèle aux axes des deux autres pivots et situé entre ces deux axes sur le levier, avantageusement sensiblement en son milieu. Les deux crémaillères associées aux deux cliquets 16, 17 sont solidaires de la seconde pièce II et peuvent être confondues en une seule crémaillère 18, comme illustré sur la figure 1. Les cliquets 16 et 17 sont configurés, par rapport à la crémaillère 18, de façon qu'ils ne puissent se déplacer par rapport à celle-ci que dans le sens de l'allongement de la tige, flèche 5.

De façon préférentielle, le déplacement du cliquet 17 est guidé lors de son déplacement en translation par rapport à la seconde pièce II au moyen par exemple d'une glissière ou analogue 19 quand la géométrie choisie pour la pièce II n'assure pas elle-même ce guidage, ce qui est le cas par exemple si la pièce II est tubulaire et si le support du cliquet 17 y coulisse à l'intérieur.

La figure 1A représente la tige d'allongement dans une position définie comme position initiale.

Pour allonger la tige, on commence par déplacer la première pièce I dans le sens 3 opposé à celui 5 de l'allongement souhaité, par exemple d'une quantité δx entre une première position (figure 1A) et une seconde position (figure 1B). Dans ce sens, le cliquet 17 reste bloqué sur la crémaillère 18, constituant un

appui pour le levier 10 qui subit alors une rotation dextrorsum autour de l'axe 11 virtuel qui est le point où il est relié au cliquet 17, en notant que la position de cet axe se translate dans le sens de la flèche 3 et que le levier 10 s'allonge, ce qui est possible du fait de sa configuration à longueur variable, solution préférable à la structure comportant une déformation des pattes de liaison comme les pattes 13 et 13'.

L'extrémité 12 du levier 10 se déplace dans le sens 3 d'une quantité égale à δx , et son extrémité 9 se déplace d'une valeur $\delta x'$ dans le sens 5 du fait de la rotation autour de l'axe 11 et de la non-résistance à ce mouvement du cliquet 16 qui progresse le long de la crémaillère 18. L'extrémité 8 du ressort est donc elle aussi déplacée de $\delta x'$ dans le sens de l'allongement 5, simultanément au déplacement de son autre extrémité 7 dans le sens 3 opposé à l'allongement et d'une valeur δx . Le ressort 6 se trouve ainsi raccourci d'une longueur $\delta y = \delta x + \delta x'$, soit $2\delta x$ dans l'exemple illustré, et comprimé selon sa raideur.

Quand l'effort exercé sur la première pièce I est relâché, le ressort comprimé 6 tend à se détendre de la valeur δy et, comme le cliquet 16 ne peut pas reculer dans le sens 3 opposé à l'allongement, la détente de ce ressort 6 pousse la première pièce I qui se déplace alors d'une valeur δy dans le sens 5 de l'allongement entre sa seconde position (figure 1B) et une troisième position (figure 1C).

En même temps, le cliquet 17 qui peut coulisser le long de la crémaillère 18 dans le sens de l'allongement 5 est déplacé dans ce sens de la quantité $\delta x'$ par l'intermédiaire du levier 10 dont l'extrémité 9 reliée au cliquet 16 ne peut reculer et devient alors le point d'appui pour la rotation du levier.

La tige s'est donc allongée, par rapport à sa position initiale, d'une valeur $\delta y - \delta x = \delta x'$, c'est-à-dire δx dans le cas du mode de réalisation selon la figure 1. Ses différents éléments se retrouvent en outre dans une position qui permet qu'un nouveau cycle de réarmement-allongement puisse être provoqué.

De façon avantageuse, la tige d'allongement peut comporter en outre des moyens pour limiter l'amplitude de déplacement de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II. Ces moyens peuvent être constitués de différentes façons.

Sur la figure 1, ils ont été représentés schématiquement par des moyens de butée 99 solidaires de la seconde pièce II qui limitent l'amplitude de la rotation du levier 10. En l'absence de tels moyens, l'allongement obtenu lors d'un cycle de réarmement-allongement donné dépendra de la force exercée lors du réarmement et de la raideur du système élastique d'accumulation d'énergie mécanique.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, le ressort de compression 6 est interposé entre le cliquet 16 et la première pièce I. Il est cependant possible de concevoir un autre mode de réalisation équivalent, comme celui illustré sur la figure 3, dans lequel le ressort de compression 6 est remplacé par un autre ressort de compression 6' dont les deux extrémités 7' et 8' sont respectivement reliées au cliquet 17 et à l'extrémité 12 du levier 10.

Il est aussi possible par exemple de réaliser une tige d'allongement comme illustré sur la figure 3, par utilisation d'un ressort de traction dont les deux extrémités sont respectivement reliées à l'extrémité 9 du levier 10 et au cliquet 17, ou d'un ressort ou barre de torsion fixé de manière à ce qu'il tende à rappeler le levier 10 dans sa position initiale.

Le fonctionnement de ce mode de réalisation selon la figure 3 se déduit sans difficulté de celui, décrit auparavant, du mode de réalisation selon la figure 1 et ne sera donc pas décrit ici.

Dans une seconde réalisation avantageuse possible, les moyens 2 pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens 3 opposé au sens 5 de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens 5 de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent trois troisième, quatrième et cinquième systèmes "cliquet-crémaillère" 25, 26, 34 tels qu'une des deux parties du quatrième système "cliquet-crémaillère" 26 est solidaire en translation suivant la direction 1 d'une des deux parties du troisième système "cliquet-crémaillère" 25 et que l'autre partie du quatrième système "cliquet-crémaillère" est solidaire en translation suivant la direction 1 d'une des deux parties du cinquième système "cliquet-crémaillère" 34.

La figure 2 représente un mode de réalisation de la tige d'allongement selon l'invention répondant à la définition donnée ci-dessus, dans lequel les moyens 2 pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce I se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce II, dans le sens opposé au sens de l'allongement, flèche 3, entre une première et une seconde positions, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un second déplacement de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II, dans le sens de l'allongement, flèche 5, entre sa seconde position et une troisième position et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent des moyens élastiques compressibles constitués par au moins deux ressorts de compression 21, 22 dont les axes sont parallèles à la direction d'allongement 1.

Le ressort de compression 21 a une extrémité 23 solidaire de la première pièce I, son autre extrémité 24 étant reliée à deux systèmes "cliquet-crémaillère" 25, 26 dont les cliquets 27, 28 sont logés dans un même support 29. Ces deux cliquets 27, 28 coopèrent avec respectivement deux crémaillères 30, 31 reliées chacune à une des extrémités respectivement 32, 33 du ressort de compression 22. La crémaillère 30 qui coopère avec le cliquet 27 le plus éloigné de l'extrémité 24 du ressort 21 est solidaire de la seconde pièce II.

Ces moyens 2 comportent en outre, dans ce mode de réalisation, un autre système "cliquet-crémaillère" 34 dont le cliquet 35 est solidaire de la première pièce I, sa crémaillère 36 étant solidaire de la crémaillère 31 avec laquelle coopère le cliquet 28 le plus près de l'extrémité 24 du ressort de compression 21.

Dans une réalisation avantageuse, les deux crémaillères 31 et 36 n'en formeront qu'une seule qui est montée mobile en translation selon la direction 1 par rapport à la seconde pièce II.

De plus, les cliquets 27, 28 et 35 sont agencés et montés en coopération avec leur crémaillère respective 30, 31 et 36 de façon qu'ils ne puissent se déplacer, par rapport à ces crémaillères, que dans le sens 5 de l'allongement.

La tige d'allongement selon le mode de réalisation illustré sur la figure 2 fonctionne de la façon suivante:

On considère que la tige d'allongement est dans sa position initiale, comme illustré sur la figure 2A. On commence par déplacer la première pièce I dans le

sens 3 opposé au sens 5 de l'allongement, entre une première position (figure 2A) et une seconde position (figure 2B), d'une quantité δx . Dans ce mouvement, le cliquet 35 entraîne la crémaillère 36, et donc la crémaillère 31, dans un déplacement δx opposé au sens 5 de l'allongement, ce qui entraîne le raccourcissement d'une quantité δx du ressort de compression 22 dont l'extrémité 32 est solidaire de la seconde pièce II. Dans ce mouvement de recul des deux crémaillères 31 et 36, la crémaillère 31 se déplace par rapport au cliquet 28 qui, lui, reste fixe par rapport à la seconde pièce II puisqu'il est lié par le support 29 au cliquet 27 monté en coopération avec la crémaillère 30 qui est solidaire de cette seconde pièce II.

Dans ces conditions, le cliquet 35 se rapproche du cliquet 28 d'une quantité δx et le ressort de compression 21 est raccourci de cette même valeur. La tige d'allongement prend alors la configuration comme illustrée sur la figure 2B.

Quand on relâche l'effort qui a amené le recul de la première pièce I d'une quantité δx , le ressort 21 se détend et déplace la première pièce I et le cliquet 35, qui ne s'y oppose pas, dans le sens de l'allongement 5 d'une quantité δx .

Simultanément, le ressort 22 se détend, déplaçant la crémaillère 31 dans le sens d'allongement 5 d'une quantité δx et entraînant dans ce même déplacement le cliquet 28 et, par l'intermédiaire du support 29, le cliquet 27 qui se déplace par rapport à sa crémaillère 30.

Les détentes des deux ressorts de compression 21, 22 s'ajoutent pour déplacer la première pièce I dans le sens d'allongement 5, entre sa seconde position (figure 2B) et une troisième position (figure 2C), d'une valeur $\delta y = 2\delta x$, soit d'une quantité δx par rapport à sa position initiale (figure 2A). La tige d'allongement est également revenue dans un état qui lui permettra d'effectuer un nouveau cycle dès qu'un effort approprié lui sera de nouveau appliqué.

De façon avantageuse, pour contrôler l'amplitude des mouvements lors d'un cycle, la tige d'allongement peut comporter en outre des moyens pour limiter l'amplitude du déplacement δx .

Ces moyens n'ont été schématiquement illustrés que sur la figure 2C pour éviter la complication des dessins. Ils sont constitués par exemple par des cavaliers, en l'occurrence au nombre de deux 40 et 41. Les extrémités du cavalier 40 coopèrent avec des fourchettes respectivement solidaires de la crémaillère 30 et des crémaillères 31 et 36 pour limiter l'amplitude de la compression et de la détente du ressort 21. Les extrémités du cavalier 41 coopèrent avec des fourchettes respectivement solidaires du support 29 et de la première pièce I, pour limiter l'amplitude de la compression et de la détente du ressort 22.

Ces moyens pour limiter l'amplitude du déplacement δx découlent souvent de la géométrie et de l'imbrication des différents éléments sans qu'il soit nécessaire de les individualiser spécifiquement.

Il est donc possible d'obtenir un allongement de la tige relativement important par une succession de cycles d'allongement pas à pas comme décrit ci-dessus, chacun d'une valeur $\delta y - \delta x$, en fait δx pour les deux modes de réalisation illustrés. Quand la tige d'allongement est placée dans l'organisme ou tout autre contenant, après qu'un effort de réarmement lui soit appliqué, le système élastique d'accumulation d'énergie mécanique pousse en permanence sur le contenant jusqu'à achèvement du pas d'allongement « programmé ».

Les deux modes de réalisation illustrés sur les figures 1 et 2 sont réalisés avec des moyens élastiques constitués par des ressorts de compression, soit le ressort de compression 6 pour le mode de réalisation selon la figure 1, soit les deux ressorts de compression 21, 22 pour le mode de réalisation selon la figure 2.

Comme mentionné précédemment, il est possible de réaliser des tiges d'allongement à partir de ressorts en traction. La figure 4 représente un mode de réalisation dans lequel le ressort de compression 21 selon le mode de réalisation de la figure 2 a été remplacé par un ressort 37 fonctionnant en traction suivant la direction 1 définie ci-avant, ce ressort en traction 37 étant monté entre les deux cliquets 28 et 35, le cliquet 28 étant relié à l'extrémité 38 de ce ressort la plus proche de la première pièce I, l'autre extrémité 39 du ressort étant reliée à la première pièce I et/ou au cliquet 35.

Le fonctionnement du dispositif selon la figure 4 ne sera pas développé ici car il se déduit sans aucune difficulté du mode de fonctionnement décrit ci-dessus pour le mode de réalisation selon la figure 2.

La figure 5 représente un autre mode de réalisation de la tige selon l'invention qui est particulièrement avantageux dans le cas d'une réalisation à partir d'éléments tubulaires aptes à coulisser les uns dans les autres, par exemple pour des applications comme prothèses implantables dans le canal médullaire d'un os long d'un membre en utilisant des crémaillères dites "en vis-à-vis".

Dans ce mode de réalisation selon la figure 5, qui est équivalent au mode de réalisation selon la figure 2, les moyens 2 pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens 3 opposé au sens 5 de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens 5 de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , sont constitués par deux ressorts de compression 63, 64 montés en série, des moyens pour comprimer chaque ressort d'une quantité δx pour un déplacement de la première pièce I vers la seconde pièce II et des moyens pour ajouter les allongements δx par détente des ressorts 63, 64, pour éloigner la première pièce I par rapport à la seconde pièce II de la quantité $2\delta x$ à partir de sa seconde position.

Dans ce mode de réalisation, les moyens définis ci-dessus comportent un système cliquet-crémaillère 51 comportant une crémaillère 52 et un cliquet 53 monté en coopération par des moyens 54 avec la première pièce I. La tige d'allongement comporte en outre un manchon 55 monté coulissant suivant la direction 1 sur une âme de guidage 56 solidaire de la première pièce I. A ce manchon 55 sont associés respectivement deux systèmes 57, 58 cliquet-crémaillère. Le système cliquet-crémaillère 57 comporte un cliquet 59 et une crémaillère 60 qui ne forme qu'une seule crémaillère avec la crémaillère 52 définie ci-avant. Le système cliquet-crémaillère 58 comporte un cliquet 61 associé à une crémaillère 62 qui est agencée de façon à être parallèle à l'ensemble des deux crémaillères 60 et 52 et à la direction 1. La crémaillère 62 est solidaire de la seconde pièce II.

Le ressort de compression 63 est monté entre le manchon 55 et la première pièce I, avantageusement coaxialement avec l'âme de guidage 56 et le ressort de compression 64 est monté entre l'ensemble des deux crémaillères 52, 60 et la crémaillère 62.

5 La tige d'allongement selon le mode de réalisation illustré sur la figure 5 fonctionne de la façon suivante:

Lorsque l'on veut procéder à l'allongement de la tige selon la direction 1, on déplace la première pièce I vers la seconde pièce II, d'une quantité δx par exemple. Dans ce déplacement, le cliquet 61 maintient le manchon 55 en position
10 par rapport à la crémaillère 62. En revanche, le cliquet 53 entraîne le déplacement des deux crémaillères 52, 60 de la même quantité δx , le déplacement de la crémaillère 60 étant possible par rapport au cliquet 59 qui reste en position par rapport à la seconde pièce II puisque solidaire du manchon 55.

15 Dans ce déplacement, la crémaillère 60 comprime le ressort 64 de la quantité δx puisque la crémaillère 62 reste fixe par rapport à la seconde pièce II.

En résumé, le déplacement δx de la première pièce I par rapport à la seconde pièce II, dans le sens 3 opposé au sens 5 de l'allongement, entraîne la compression des deux ressorts 63 et 64 chacun de la quantité δx .

20 En relâchant la pression exercée sur la première pièce I par rapport à la seconde pièce II, les deux ressorts 63, 64 se détendent tous les deux de la même quantité δx .

La détente du ressort 64 entraîne le déplacement des crémaillères 52, 60 d'une quantité δx , dans le sens de l'allongement 5. Dans ce déplacement, du fait
25 de la configuration du deuxième système cliquet-crémaillère 57, le manchon 55 se déplace dans le sens 5 d'une quantité δx .

Simultanément, le ressort 63 se détend de la même quantité δx , permettant le déplacement de la première pièce I de cette quantité par rapport au manchon, rendu possible par la configuration du premier système cliquet-
30 crémaillère 51.

En conséquence, comme le manchon 55 s'est déplacé dans le sens 5 de l'allongement d'une quantité δx et comme la première pièce I s'est déplacée dans le sens 5 et de la même quantité δx par rapport à ce manchon, après avoir été rapprochée de la seconde pièce II dans le sens 3, la première pièce I s'est
5 déplacée par rapport à la seconde pièce II, dans le sens 5 de l'allongement, de la quantité $2\delta x - \delta x$, soit δx .

L'allongement de la tige est donc de δx , chaque fois que la première pièce I a été rapprochée de la seconde pièce II, de la quantité δx .

Plusieurs autres modes de réalisation ne sortant pas du cadre de la présente invention sont possibles, en particulier:

- en modifiant seulement la position des éléments tout en conservant leurs relations respectives comme, par exemple, pour la forme de réalisation représentée sur la figure 5, dans laquelle les crémaillères sont positionnées en vis-à-vis au lieu de l'être l'une derrière l'autre comme sur la figure 2, les cliquets
15 correspondants étant positionnés de part et d'autre de leur support plutôt que l'un derrière l'autre,

- en intervertissant dans un ou plusieurs systèmes cliquet-crémaillère le cliquet et la crémaillère. Le sens des dents de la crémaillère est alors identique à celui du cliquet dont elle prend la place et vice-versa, leurs déplacements
20 respectifs aussi. Le fonctionnement de ces modes de réalisation se déduit immédiatement de ceux à partir desquels ils ont été obtenus en remplaçant les "crémaillère" par "cliquet" et "cliquet" par "crémaillère". On note que le déplacement d'un cliquet interverti avec sa crémaillère par rapport à cette dernière est alors de sens inverse à celui du mode de réalisation à partir duquel il
25 est obtenu.

Dans une réalisation préférentielle, la tige d'allongement selon l'invention comporte aussi des moyens commandables pour bloquer-débloquer la possibilité de déplacement des première et seconde pièces I, II l'une par rapport à l'autre.

Il existe bien entendu de nombreux moyens pour réaliser cette fonction, la
30 figure 6 en illustrant un exemple avantageux, dans lequel les cliquets 100 utilisés pour coopérer avec une crémaillère 101 sont d'un type traditionnel.

Ces moyens comportent un doigt 102 monté en translation dans un logement 103, entre deux positions, une première position de blocage Pb et une seconde position de déblocage Pd, le déplacement de ce doigt étant perpendiculaire à la direction suivant laquelle se déplace le cliquet 100 dans sa cavité 105 lorsqu'il saute d'une dent 104 de la crémaillère à la suivante.

Lorsqu'il est dans sa première position Pb, celle illustrée en traits continus sur la figure 6, le doigt 101 se place en dessous du cliquet 100 et l'empêche de descendre dans sa cavité 105, et donc de passer à la dent suivante. Le cliquet est maintenu en position fixe sur la crémaillère 101.

Lorsqu'il est dans sa seconde position Pd, celle illustrée en traits interrompus sur la figure 6, le doigt 100 est dégagé du trajet du cliquet dans la cavité 105. Il ne l'empêche plus de descendre dans cette cavité 105, position représentée en traits interrompus, et de glisser sur une dent pour sauter à la suivante, ce qui permet au cliquet et la crémaillère de se déplacer l'un par rapport à l'autre de façon connue en elle-même.

La translation du doigt 100 dans le logement 103, d'une position à l'autre Pb et Pd et réciproquement, peut être commandée par différents moyens.

De tels moyens de commande sont par exemple constitués par la gravité terrestre elle-même. Dans ce cas, si la tige d'allongement est implantée dans le fémur d'un patient et si le doigt 102 a été positionné dans son logement 103 de façon qu'il comble, première position Pb, la cavité 105 du cliquet 100 dans le cas de la station debout et la libère dans l'autre position Pd, ce que l'homme de l'art pourra réaliser sans difficulté, la tige d'allongement est bloquée quand le patient est debout, et ne peut être débloquée que lorsque le patient est sur le dos et lève sa jambe à la verticale, le « pied en l'air ».

Ces moyens de commande peuvent aussi être constitués par une commande utilisant un rayonnement électromagnétique émis par un appareillage spécifique externe et un transducteur capable de transformer ce type de rayonnement en une translation. Avantageusement, le rayonnement est un champ magnétique variant assez rapidement dans le temps (fréquence comprise entre 20 à 150 KHz par exemple) et le transducteur est un dispositif comprenant un barreau ou un ressort en alliage à mémoire de forme tel que le Nitinol, par exemple, relié au doigt 102 et qui pourra être chauffé par induction s'il est inclus

dans un circuit fermé dans lequel le champ magnétique produit un courant, ou par conduction s'il est au contact dudit circuit fermé sans en faire directement partie.

L'activation du champ magnétique produit la translation qui éloigne le doigt de blocage 102 de la cavité 105 du cliquet 100, tandis qu'un ressort
5 traditionnel rappelle le doigt 102 dans sa première position Pb quand le ressort à mémoire de forme refroidit et que le cliquet est inséré dans une dent de la crémaillère avec laquelle il coopère.

Lorsqu'au moins l'un des cliquets des différents modes de réalisation définis ci-avant, figures 1 à 5, comporte les moyens de blocage-déblocage décrits
10 ci-dessus, il est possible, en commandant ces moyens comme décrit ci-dessus, soit de permettre le déplacement des deux pièces l'une par rapport à l'autre soit de l'interdire et donc de ne pas pouvoir procéder dans ce cas à un allongement de la tige.

Les applications avantageuses de la tige d'allongement selon l'invention
15 sont nombreuses, notamment :

- comme clou d'allongement pour un os long. Le clou est introduit dans le canal médullaire de l'os long préalablement ostéotomié, la première pièce I étant solidarisée, par exemple au moyen de vis, à une des deux parties de l'os et la
seconde pièce II à l'autre ;

- 20 - comme plaque d'allongement utilisable aussi bien pour les os longs que pour les os de la face, du crâne ou les côtes. Ces plaques sont placées le long de l'os ostéotomié perpendiculairement à la direction souhaitée de l'allongement ;

- comme prothèse utilisable pour remplacer un os en croissance. La prothèse se fixe de façon connue à la partie de l'os ou à la surface articulaire restante et
25 peut être allongée par simple appui du patient si un système de verrouillage télécommandé est prévu ou par pression sur la jambe du patient alors qu'il est allongé et présente sa jambe en l'air ;

- comme tige implantable le long de la colonne vertébrale ou entre deux côtes pour corriger une difformité chez tout patient de tout âge, et maintenir une
30 correction malgré la croissance chez l'enfant.

REVENDICATIONS

1. Tige d'allongement, comportant une première pièce (I) et une seconde pièce (II), les deux dites première et seconde pièces étant agencées pour se déplacer l'une par rapport à l'autre sur une direction donnée (1),
5 caractérisée par le fait qu'elle comporte en outre :

des moyens (2) pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens (3) opposé au sens (5)
10 de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II) entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens (5) d'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx .

15 2. Tige d'allongement selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les moyens (2) pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens (3) opposé au sens (5) de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un
20 déplacement de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II) entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens (5) de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent des moyens élastiques.

3. Tige d'allongement selon la revendication 2, caractérisée par le fait que
25 les moyens élastiques sont constitués par au moins l'un des éléments suivants : moyens élastiques de compression, moyens élastiques de traction, moyens élastiques de torsion.

4. Tige d'allongement selon la revendication 3, caractérisée par le fait que
30 les moyens élastiques de compression sont constitués par un premier ressort de compression (6).

5. Tige d'allongement selon la revendication 4, caractérisée par le fait que les moyens (2) pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens (3) opposé au sens (5) d'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II) entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens (5) d'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent ledit premier ressort de compression (6) relié par une première (7) de ses deux extrémités à la première pièce (I) et par son autre seconde extrémité (8) à une première extrémité (9) d'un levier (10), la seconde extrémité (12) du levier (10) étant reliée à la première pièce (I) au moyen d'une première patte (13') de longueur constante, deux premier et deuxième systèmes "cliquet-crémaillère" (14, 15) dont les premier et deuxième cliquets (16, 17) sont respectivement solidaires de la seconde extrémité (8) du premier ressort de compression (6) et d'un point (11) dudit levier (10), les deux dites première et deuxième crémaillères étant solidaires de la seconde pièce (II), les premier et deuxième cliquets (16, 17) étant configurés, par rapport à leur crémaillère, de façon qu'ils ne puissent se déplacer par rapport à celle-ci que dans le sens (5) de l'allongement.

20

6. Tige d'allongement selon la revendication 5, caractérisée par le fait que la longueur dudit levier (10) est variable et que ledit levier est monté pivotant autour dudit point (11) par rapport audit deuxième cliquet (17).

25 7. Tige d'allongement selon la revendication 3, caractérisée par le fait que les moyens élastiques compressibles sont constitués par deux deuxième et troisième ressorts de compression (21, 22).

8. Tige d'allongement selon la revendication 7, caractérisée par le fait que les moyens (2) pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens (3) opposé au sens (5)

d'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II) entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens (5) d'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , sont constitués par ledit deuxième ressort de compression (21) dont une première extrémité (23) est solidaire de la première pièce (I), son autre seconde extrémité (24) étant reliée à deux troisième et quatrième systèmes "cliquet-crémaillère" (25, 26) dont les troisième et quatrième cliquets (27, 28) sont reliés par un support (29) de longueur fixe, ces deux troisième et quatrième cliquets (27, 28) étant montés en coopération avec respectivement deux troisième et quatrième crémaillères (30, 31) reliées aux deux première et seconde extrémités (32, 33) du troisième ressort de compression (22), la troisième crémaillère (30) coopérant avec le troisième cliquet (27) le plus éloigné de la seconde extrémité (24) du deuxième ressort (21) étant solidaire de la seconde pièce (II), un cinquième système "cliquet-crémaillère" (34) dont le cinquième cliquet (35) est solidaire de la première pièce (I), sa cinquième crémaillère (36) étant solidaire de la quatrième crémaillère (31), les deux quatrième et cinquième crémaillères (31, 36) étant montées en translation par rapport à la seconde pièce (II) suivant ladite direction donnée (1), les troisième, quatrième et cinquième cliquets (27, 28, 35) étant agencés et montés en coopération avec leur crémaillère respective (30, 31, 36) de façon qu'ils ne puissent se déplacer, par rapport à ces crémaillères, que dans le sens (5) de l'allongement.

9. Tige d'allongement selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle comporte des moyens pour limiter l'amplitude du déplacement δx de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II).

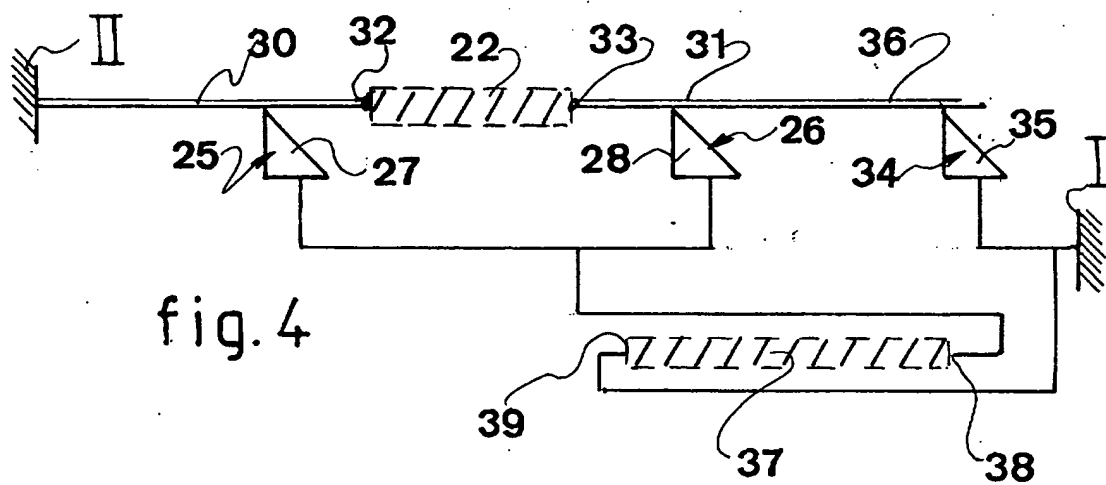
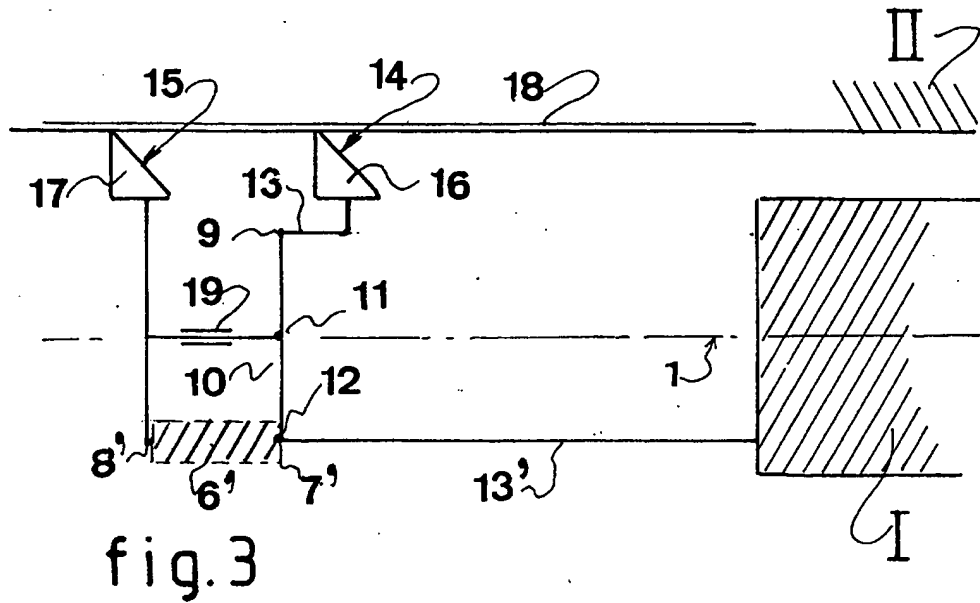
10. Tige d'allongement selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée par le fait qu'elle comporte des moyens commandables (figure 6) pour bloquer-débloquer la possibilité de déplacement des deux première et seconde pièces (I, II) l'une par rapport à l'autre.

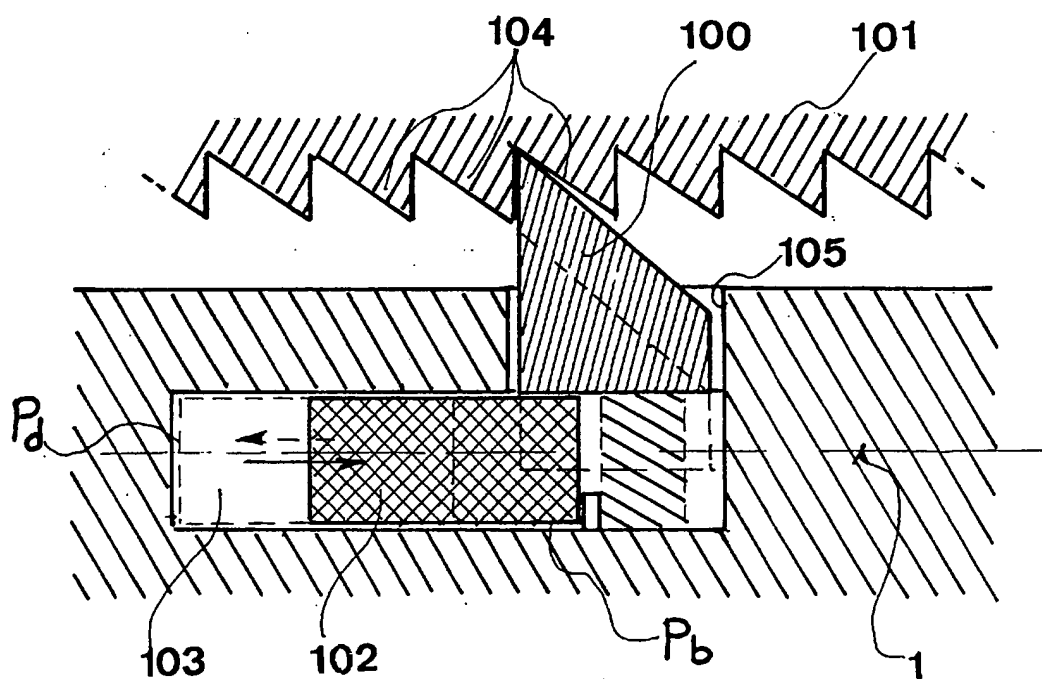
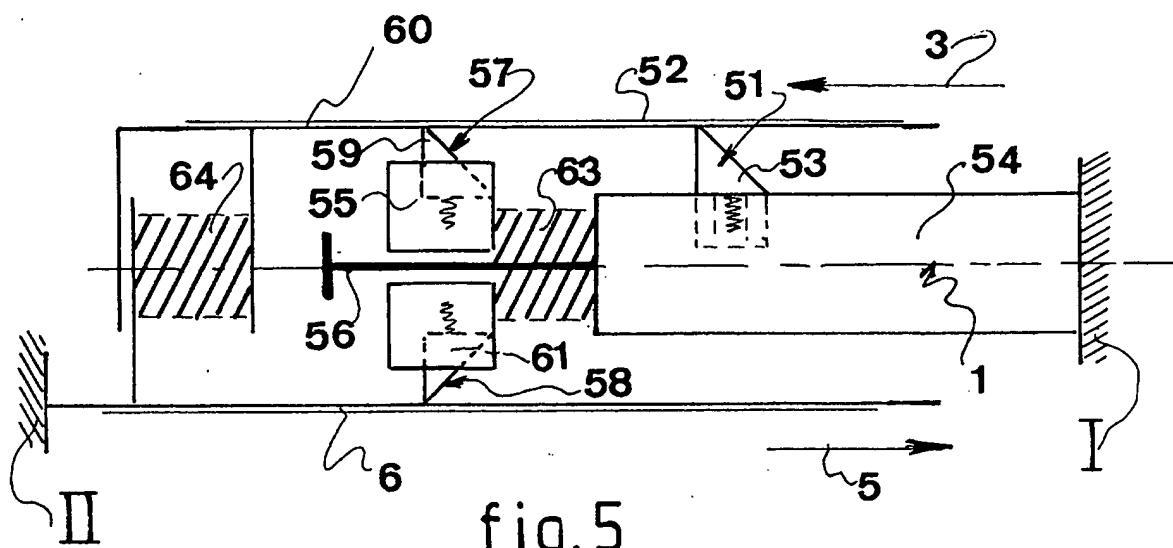
11. Tige d'allongement selon la revendication 10 et l'une des revendications 5 à 8, caractérisée par le fait qu'elle comporte des moyens commandables de blocage-déblocage d'un cliquet.

5

12. Tige d'allongement selon la revendication 3, caractérisée par le fait que les moyens (2) pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens (3) opposé au sens (5) de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II) entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens (5) de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent deux premier et deuxième systèmes "cliquet-crémaillère" (14, 15) et un levier (10) tels qu'une des extrémités (9) dudit levier (10) soit en contact avec une des parties dudit premier système "cliquet-crémaillère" (14) et qu'un axe pivot (11) appartenant audit levier (10) s'appuie sur une des parties du second système "cliquet-crémaillère" (15).

13. Tige d'allongement selon la revendication 3, caractérisée par le fait que les moyens (2) pour emmagasiner une quantité d'énergie donnée lorsque la première pièce se déplace d'une quantité δx par rapport à la seconde pièce entre une première et une seconde positions, dans le sens (3) opposé au sens (5) de l'allongement, et pour transformer la quantité d'énergie emmagasinée, en un déplacement de la première pièce (I) par rapport à la seconde pièce (II) entre sa seconde position et une troisième position, dans le sens (5) de l'allongement et d'une quantité δy supérieure à δx , comportent trois troisième, quatrième et cinquième systèmes "cliquet-crémaillère" (25, 26, 34) tels qu'une des deux parties dudit quatrième système "cliquet-crémaillère" (26) est solidaire en translation suivant la direction (1) d'une des deux parties dudit troisième système "cliquet-crémaillère" (25) et que l'autre partie dudit quatrième système "cliquet-crémaillère" est solidaire en translation suivant la direction (1) d'une des deux parties dudit cinquième système "cliquet-crémaillère" (34).

$\frac{3}{4}$ 

$$\frac{4}{4}$$




28 94

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 597610
FR 0100572

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2 194 016 A (I.GELLER) 19 mars 1940 (1940-03-19) * page 2, ligne 75 - page 3, ligne 13 * * page 3, ligne 5 - ligne 40 * * figures 2,4 *	1-4,9-11	A61B17/58
A	FR 2 726 460 A (MEDINOV) 10 mai 1996 (1996-05-10) * page 12, ligne 17 - page 13, ligne 29; figure 2 *		
A	DE 198 55 254 A (H.-A.RICHARD ET T.BEIER) 8 juin 2000 (2000-06-08) * colonne 7, ligne 59 - colonne 8, ligne 33; figure 9 *		
D,A	US 5 074 882 A (P.GRAMMONT ET J.M.GUICHET) 24 décembre 1991 (1991-12-24) * abrégé *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			A61B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 octobre 2001		Nice, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

BEST AVAILABLE COPY

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0100572 FA 597610**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09-10-2001
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2194016	A	19-03-1940	AUCUN		
FR 2726460	A	10-05-1996	FR	2726460 A1	10-05-1996
DE 19855254	A	08-06-2000	DE	19855254 A1	08-06-2000
			AU	1860300 A	19-06-2000
			WO	0032124 A1	08-06-2000
			EP	1135074 A1	26-09-2001
US 5074882	A	24-12-1991	FR	2632514 A1	15-12-1989
			AT	116834 T	15-01-1995
			CA	1335952 A1	20-06-1995
			DE	68920483 D1	23-02-1995
			DE	68920483 T2	14-06-1995
			EP	0346247 A1	13-12-1989
			ES	2069602 T3	16-05-1995